

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
706-2**

Première édition
First edition
1990-09

Guide de maintenabilité de matériel

Partie 2:

Section cinq – Etudes de maintenabilité
au niveau de la conception

Guide on maintainability of equipment

Part 2:

Section Five – Maintainability studies during
the design phase



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 706-2: 1990

AVA Documents
Document Sharing Hub

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
706-2**

Première édition
First edition
1990-09

Guide de maintenabilité de matériel

Partie 2:
Section cinq – Etudes de maintenabilité
au niveau de la conception

Guide on maintainability of equipment

Part 2:
Section Five – Maintainability studies during
the design phase

© CEI 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

● Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue



Documents

Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 But des études	6
3 Etudes de maintenabilité durant les phases de conception	6
3.1 Généralités	6
3.2 Analyse de maintenabilité	16
3.3 Moyens de conception pour la maintenabilité	28
Annexe A (informative) – Exemple d'allocation de maintenabilité	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	7
2 Objectives	7
3 Maintainability studies in the design process	7
3.1 General	7
3.2 Analysis	17
3.3 Design support	29
Annex A (informative) – Example of a maintainability allocation	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE DE MAINTENABILITÉ DE MATÉRIEL

Partie 2: Section cinq
Etudes de maintenabilité au niveau de la conception

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes n° 56 de la CEI: Fiabilité et maintenabilité.

Le texte de ce guide est basé sur les documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
56(BC)109	56(BC)123

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur les votes ayant abouti à l'approbation de ce guide.

NOTE - Les termes et définitions de ce guide diffèrent de ceux du VEI (50)191. Toutefois, ils seront alignés avec les recommandations du VEI (50)191, dans une prochaine révision comprenant les parties de la CEI 706.

L'annexe A est informative.

La Publication 706-1 de la CEI, parue en 1982, comprend les sections suivantes:

- Section un - Introduction à la maintenabilité.
- Section deux - Exigences de maintenabilité dans les spécifications et les contrats.
- Section trois - Programme de maintenabilité.

La Publication 706-3 de la CEI, parue en 1987, comprend les sections suivantes:

- Section six - Vérification de la maintenabilité.
- Section sept - Recueil, analyse et présentation des données relatives à la maintenabilité.

Les titres prévus pour les autres sections de cette série sont:

- Section quatre - Contrôles et essais pour l'établissement de diagnostics.
- Section huit - Planification de la maintenance et de la logistique de maintenance.
- Section neuf - Méthodes statistiques en maintenabilité.

Ces sections quatre, huit et neuf seront publiées comme parties.

La publication suivante de la CEI est citée dans le présent guide:

Publication n° 812 (1985), Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes - Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDE ON MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT

Part 2: Section Five
Maintainability studies during the design phase

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This guide has been prepared by IEC Technical Committee No. 56: Reliability and maintainability.

The text of this guide is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
56(CO)109	56(CO)123

Full information on the voting for the approval of this guide can be found in the Voting Report indicated in the above table.

NOTE - Terms and definitions in this guide deviate from those of IEC 60050-101. They will, however, be aligned to the recommendations of IEC 60050-101 at a future revision comprising all parts of IEC 706.

Annex A is informative.

IEC Publication 706-1, issued in 1982, contains the following sections:

- Section One - Introduction to maintainability.
- Section Two - Maintainability requirements in specifications and contracts.
- Section Three - Maintainability programme.

IEC Publication 706-3, issued in 1987, contains the following sections:

- Section Six - Maintainability verification.
- Section Seven - Collection, analysis and presentation of data related to maintainability.

Tentative titles for other sections of this series are:

- Section Four - Diagnostic testing.
- Section Eight - Maintenance and maintenance support planning.
- Section Nine - Statistical procedures in maintainability.

Sections Four, Eight and Nine will be published as parts.

The following IEC publication is quoted in this guide:

Publication No. 812 (1985), Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA).

GUIDE DE MAINTENABILITÉ DE MATÉRIEL

Partie 2: Section cinq Etudes de maintenabilité au niveau de la conception

INTRODUCTION

Le présent guide de maintenabilité est destiné à donner des recommandations pour la normalisation des procédures de maintenabilité et à susciter l'éclosion d'idées nouvelles dans ce domaine. Ce guide aidera les utilisateurs à définir leurs exigences de maintenabilité et les programmes correspondants. Les fournisseurs en tireront profit grâce à une meilleure compréhension des exigences relatives à la réalisation et à la vérification des objectifs de maintenabilité.

Le présent guide constitue la section cinq du guide. La publication définitive de la série complète, qui comprendra neuf sections, prendra plusieurs années mais, chaque section pouvant apporter une contribution aux besoins d'autres Comités d'Etudes de la CEI, il a été décidé de faire paraître chaque section dès que sa publication est approuvée.

1 Domaine d'application

Le présent guide expose les études de maintenabilité durant les phases préalables et détaillées de la conception, et leur relation avec les autres tâches de maintenabilité et de maintenance, décrites dans d'autres sections du guide. La présente section décrit les études de maintenabilité et de conception choisies.

Elle comporte également des considérations sur la maintenabilité lors de l'analyse critique de la conception.

2 But des études

Les études de maintenabilité ont pour but:

- de faciliter la prise de décisions pour la conception;
- de chiffrer les caractéristiques de maintenabilité du dispositif;
- d'identifier les modifications à apporter dans la conception ou dans les exigences, ou les deux, pour répondre aux besoins de l'exploitation dans la limite des contraintes imposées.

Il convient de mettre au point et d'intégrer les études de maintenabilité au processus de conception pour satisfaire aux exigences opérationnelles du système. Pour s'assurer que ces exigences sont satisfaites, il convient d'effectuer les études de maintenabilité pendant toutes les phases de conception; les résultats obtenus pourront fournir des éléments pour toute prise de décision au cours de la conception.

3 Etudes de maintenabilité durant les phases de conception

3.1 Généralités

Les études de maintenabilité font partie du programme de maintenabilité dont le but est de s'assurer que les dispositifs livrés répondent aux exigences de maintenabilité. Elles devront être programmées et menées par le fournisseur d'un dispositif, même si elles ne sont pas spécifiées par contrat.

GUIDE ON MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT

Part 2: Section Five

Maintainability studies during the design phase

INTRODUCTION

This guide on maintainability is intended to make recommendations for the standardization of maintainability practices and to stimulate ideas in the maintainability field. This guide will assist users in defining maintainability requirements and associated programmes. Suppliers will gain an understanding of the requirements for achieving and verifying maintainability objectives.

This guide contains Section Five of the guide. Final publication of the complete series, which will comprise nine sections, is expected to take several years, but since each section is able to make a contribution to the needs of other IEC Technical Committees, it has been decided to issue each section as it is approved for publication.

1 Scope

This guide outlines maintainability studies in the preliminary and detailed design phases and their relationships to other maintainability and maintenance support tasks, which are described in other sections of the guide.

The selected maintainability and design studies are described in this section. Maintainability considerations in design reviews are also included.

2 Objectives

The objectives of maintainability studies are:

- to guide design decisions;
- to predict the quantitative maintainability characteristics of the item;
- to identify any changes to the item design or the requirements, or both, which are necessary to meet operational requirements within the given constraints.

Maintainability studies should be developed and integrated with the design process to meet the stated system operational requirements. To ensure that these requirements are met, maintainability studies should be carried out during all phases of design, and their results should provide inputs to design decision-making.

3 Maintainability studies in the design process

3.1 General

Maintainability studies form a part of the maintainability programme intended to ensure that the delivered item meets its maintainability requirements. They should be planned and performed by the supplier, even if they are not contractually specified.

L'analyse de maintenabilité, qui fait partie intégrante des études de maintenabilité, est une méthode qui traduit les exigences opérationnelles en données de maintenabilité qualitatives et quantitatives détaillées et en critères de conception. Cette analyse fournit des éléments pour la conception et permet d'établir les documents suivants:

- les exigences spécifiques de la maintenabilité devant être respectées dès la conception;
- un guide et des listes de contrôle d'aide à la conception, pour s'assurer que les caractéristiques de maintenabilité nécessaires sont incluses dans la conception;
- un résumé des exigences fondamentales et des fonctions de la logistique de maintenance.

Les analyses de maintenabilité sont, dès la conception, liées aux études itératives de compromis, dont certaines peuvent être nécessaires avant de choisir la meilleure conception. Elles permettent également d'évaluer dans quelle mesure les exigences de conception de la maintenabilité sont respectées.

Afin de fournir des résultats optimaux, les analyses devront être basées sur un concept de maintenance établi parallèlement à l'optimisation de la conception, en conformité avec le concept opérationnel du dispositif et les contraintes de maintenance présentes au niveau de l'organisation de l'utilisateur (interaction entre les niveaux de maintenance, les échelons de maintenance et les conditions de maintenance devant être appliquées). Le concept opérationnel est une description de la définition de la mission, du déploiement opérationnel ainsi que du cycle de vie, de l'utilisation et de l'environnement opérationnel. Les éléments du concept de maintenance seront décrits dans la section huit du guide.

L'ingénieur d'étude est responsable du respect des contraintes d'exploitation, y compris celles concernant la maintenabilité dans la limite des contraintes habituelles de l'échéancier et du coût. Pour respecter ces contraintes, la maintenabilité devra être indiquée au début de la phase de conception et les études de maintenabilité nécessaires devront être effectuées en même temps que la conception. Ces études sont menées sous la responsabilité de l'ingénieur chargé de la maintenabilité; elles sont plus ou moins étendues et approfondies selon les besoins et dépendent du degré de complexité du système, ainsi que du niveau critique du dispositif vis-à-vis des exigences en matière de sécurité, de disponibilité et de fiabilité.

La conception est une méthode itérative et chaque tâche de cette conception fournit des éléments pour les tâches suivantes, ainsi que pour celles qui sont menées parallèlement. Les données d'entrée essentielles à l'analyse de maintenabilité qui ne sont pas incluses dans le présent guide sont:

- les données de sortie issues des études de fiabilité;
- les résultats des analyses de maintenabilité conduites au niveau de l'équipement, qui devraient être délivrés par les fournisseurs d'équipement en tant que partie de leur programme de maintenabilité.

La plupart des projets à haute performance pour lesquels un programme de maintenabilité doté d'une bonne vue d'ensemble est important reposent en très grande partie sur les sous-traitants. En conséquence, il est nécessaire d'intégrer les sous-traitants dans le programme de maintenabilité global de tels projets.

La figure 1, ainsi que le tableau 1, sont des exemples de la façon dont les études de maintenabilité dans la phase de conception et leurs conséquences sont reliées aux tâches de conception. Cet exemple montre également la relation entre les analyses de maintenabilité et de logistique de maintenance (voir section huit) qui sont effectuées en parallèle.

Maintainability analysis, an integral part of maintainability studies, is a process which translates operational requirements into detailed qualitative and quantitative maintainability requirements and design criteria. It provides inputs to the design process by means of documentation under the following headings:

- specific maintainability requirements to be met in the design;
- design guidelines and check-lists to ensure that the required maintainability features are included in the design;
- a summary of basic maintenance functions and support requirements.

Maintainability analyses are involved in iterative design trade-off studies, a number of which may be required before the optimum design is selected. They should also be used to evaluate the extent of achievement of the maintainability design requirements.

In order to provide optimum results, analyses should be based on a maintenance concept established in parallel with the design optimization. They should accord with the operational concept of the item and the maintenance constraints (interrelationships between levels of maintenance, lines of maintenance and maintenance conditions) in the user's organization. The operational concept results in mission definition, operational deployment, life-cycle, utilization and operational environment. The elements of the maintenance concept will be described in Section Eight of the guide.

The designer is responsible for the achievement of operational requirements including maintainability requirements in design within the usual constraints of schedules and costs. In order to satisfy these requirements, maintainability should be specified at the beginning of the design process and necessary maintainability studies should be performed during this process. The maintainability engineer is responsible for conducting these maintainability studies. Their extent and depth will be dictated by the particular needs which themselves depend on the degree of system complexity and item criticality with respect to required safety, availability and reliability.

Design is an iterative process, and each task provides an input to those tasks which follow and to those which are being carried out in parallel. Essential inputs to maintainability analysis which are not included in this guide are:

- outputs from reliability studies;
- results of equipment level maintainability analyses which should be provided by the equipment suppliers as part of their maintainability programme.

Most high performance projects, for which a comprehensive maintainability programme is important, depend highly upon subcontractors. Therefore, in these projects it is necessary to integrate subcontractors in the total maintainability programme.

Figure 1, together with table 1, is an example of the way in which maintainability studies in design and their sequences relate to design tasks. This example also shows the relationship between maintainability analysis and maintenance support analysis (see Section Eight) which are carried out in parallel.

Tableau 1 - Tâches détaillées des études de maintenabilité

CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT PRÉLIMINAIRES DU SYSTÈME

- Différentes solutions
- Conception préliminaire

DÉFINITION DU SYSTÈME

- Etudes de compromis au niveau système
- Choix de la conception optimale du système
- Spécification du système
- Choix des sous-traitants

ANALYSE PRÉLIMINAIRE DE MAINTENABILITÉ

- Blocs diagrammes
- Estimation de faisabilité
- Allocation
- Critères de conception

DÉFINITION DE LA MAINTENABILITÉ

- Etudes de compromis de maintenabilité au niveau système
- Introduction de la maintenabilité dans les spécifications du système
- Introduction de la maintenabilité dans le choix des sous-traitants
- Examen critique des listes de contrôle

ANALYSE PRÉLIMINAIRE DE LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

- Politique de maintenance du système
- Analyse préliminaire de fiabilité, maintenabilité, logistique de maintenance

DÉFINITION DE LA LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

- Etudes de compromis de la logistique de maintenance du système
- Etudes du coût de cycle de vie
- Développement du concept de maintenance

CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT DÉTAILLÉS DU SYSTÈME

- Plans
- Maquettes
- Données techniques
- Essais de développement (procédures et résultats)
- Surveillance des efforts de conception des sous-traitants

PRÉPARATION À LA MISE EN PRODUCTION DU SYSTÈME

- Procédures de fabrication

Table 1 - Detailed tasks in maintainability studies**PRELIMINARY SYSTEM DESIGN AND DEVELOPMENT**

- Design alternatives
- Preliminary design

SYSTEM DEFINITION

- System level trade-off studies
- Selection of optimum system design
- System specifications
- Subcontractor selection

PRELIMINARY MAINTAINABILITY ANALYSIS

- Block diagrams
- Feasibility estimation
- Allocation
- Design criteria

MAINTAINABILITY DEFINITION

- System level maintainability trade-off studies
- Input to system specification
- Input to subcontractor selection
- Review of check-lists

PRELIMINARY MAINTENANCE SUPPORT ANALYSIS

- System maintenance policy
- Preliminary reliability, maintainability and maintenance support analysis

MAINTENANCE SUPPORT DEFINITION

- Support system trade-off studies
- Life cycle cost studies
- Maintenance concept development

DETAILED SYSTEM DESIGN AND DEVELOPMENT

- Drawings
- Models
- Technical data
- Development of test procedures and results
- Control of subcontractor design efforts

PREPARATION FOR SYSTEM PRODUCTION

- Manufacturing procedures

Tableau 1 (fin)

ANALYSE DÉTAILLÉE DE LA MAINTENABILITÉ

- Estimation prévisionnelle
- Etudes de compromis de maintenabilité à un plus bas niveau de composition du système
- Liaison au niveau conception
- Analyse des modes de défaillance et de leurs effets
- Etudes de facilité de maintenance
- Surveillance des programmes de maintenabilité des sous-traitants

PRÉPARATION DE LA VÉRIFICATION DE LA MAINTENABILITÉ

- Analyse de maintenabilité des essais de développement
- Procédures de démonstration et de vérification de la maintenabilité

ANALYSE DÉTAILLÉE DE LA LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

- Analyse des tâches de maintenance
- Analyse des niveaux de réparation
- Analyse de réparation ou mise au rebut
- Analyse sur l'aptitude à effectuer des essais
- Plan de maintenance

PRÉPARATION DE L'ACQUISITION DE LA LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

- Définition des ressources de logistique de maintenance: personnel, formation, matériels d'essais et d'aide à la maintenance, manuels, rechanges, installations

MISE EN PRODUCTION DU SYSTÈME

- Fabrication
- Essai fonctionnel

VÉRIFICATION DE LA MAINTENABILITÉ

- Évaluation des données de vérification/démonstration de la maintenabilité

ACQUISITION DE LA LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

- Validation de la logistique de maintenance
- Optimisation des ressources de logistique de maintenance
- Acquisition

ÉVALUATION DU SYSTÈME INTÉGRÉ

- Essais opérationnels intégrés
- Analyse finale de fiabilité, maintenabilité, logistique de maintenance